第16講　タンパク質

2　アミノ酸とタンパク質

③タンパク質

たくさんのα-アミノ酸が縮合してできたポリペプチド。

a．構造

(i)一次構造：α-アミノ酸の配列順序

(ii)二次構造：規則的な立体構造

・α-ヘリックス構造

・β-シート構造

(iii)三次構造：不規則な立体構造

(iv)四次構造：三次構造の集まり

b．検出反応

・ニンヒドリン反応

ニンヒドリン水溶液を加えると赤紫～青紫に呈色する。

N末端が原因のため，アミノ酸の検出にも利用する。

・ビウレット反応

水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫に呈色する。

原因はペプチド結合であるが，２つ以上のとき，すなわちトリペプチド以上を検出できる。

・キサントプロテイン反応

濃硝酸を加えて加熱すると黄色，その後アルカリ性にすると橙黄色に変化する。

ベンゼン環のニトロ化が原因。フェニルアラニンのようなベンゼン環をもつアミノ酸からなるタンパク質を検出できる。

・硫黄原子を検出する反応

水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿が生成する。

システインのような硫黄原子を含むアミノ酸からなるタンパク質を検出できる。

c．定量法(ケルダール法)

タンパク質に含まれている窒素原子をアンモニアに変化させて取り出し，そのアンモニアを逆滴定で定量する。

d．分類・性質

形状による分類

・球状タンパク質

水に可溶。生命活動の維持を担うものが多い。

・繊維状タンパク質

水に不溶。構造の維持を担うものが多い。

成分による分類

・単純タンパク質

アミノ酸のみから構成されるタンパク質

・複合タンパク質

アミノ酸とそれ以外のものからなるタンパク質

色素	⇒	色素タンパク質	(例)ヘモグロビン
糖	⇒	糖タンパク質	(例)ムチン
リン酸	⇒	リンタンパク質	(例)カゼイン
核酸	⇒	核タンパク質	(例)ヌクレイン

生体内で特殊な機能をつかさどっているものが多い。

性質

・タンパク質の変性

熱，酸・塩基，重金属イオン，アルコールなどにより立体構造が変化し，凝固する。

・親水コロイド

塩析や電気泳動など，コロイドの性質を示す。

第16講　演習問題

1　9個のα-アミノ酸からなるペプチドXの一次構造を決定する実験を行ったところ，次の1)～6)に示す結果を得た。(1)，(2)の答えを記せ。なお，n個のα-アミノ酸からなるポリペプチドの一般式を下図で表す時，末端にアミノ基がある方をN末端と呼び，カルボキシ基がある方をC末端と呼ぶ(R^1～R^nは各アミノ酸固有の置換基)。

(N末端)　$H_2N-CH(R^1)-\cdots-CH(R^n)-COOH$　(C末端)

1)　ペプチドXを加水分解すると表1に示す7種類のα-アミノ酸が得られた。なお，表中のRはアミノ酸の一般式を$R-CH(NH_2)-COOH$としたときの各アミノ酸固有の置換基である。

2)　ペプチドXのN末端アミノ酸はアラニンであり，N末端側から2番目とC末端側から2番目のアミノ酸はシステインであった。

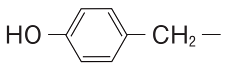
3)　ペプチドXを，塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を選択的に加水分解する酵素と反応させたところ，3種類のペプチドA(分子量320)，ペプチドB(分子量495)およびペプチドC(分子量208)が得られた。

4)　ペプチドA～Cに水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)を加えたところ，ペプチドAおよびペプチドBは赤紫色を示したが，ペプチドCは示さなかった。

5)　ペプチドA～Cを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱し，中和した後，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると，ペプチドAおよびペプチドCだけが沈殿を生じた。

6)　ペプチドA～Cに濃硝酸を加えて加熱後，塩基性にすると，ペプチドBだけが橙黄色になった。

表1　ペプチドXに含まれるα-アミノ酸の名称，略号，分子量および置換基R－の構造式

名称	略号	分子量	置換基R－
グリシン	Gly	75	$H-$
アラニン	Ala	89	CH_3-
チロシン	Tyr	181	
セリン	Ser	105	$HO-CH_2-$
リシン	Lys	146	$H_2N-(CH_2)_4-$
グルタミン酸	Glu	147	$HOOC-(CH_2)_2-$
システイン	Cys	121	$HS-CH_2-$

(1)　次の文章①～④の中で正しいものを1つ選び，その番号を記せ。

①　ペプチドAおよびペプチドBは，いずれも芳香族アミノ酸を含んでいる。

②　ペプチドCは，芳香族アミノ酸を含んでいる。

③　ペプチドBは，アミノ酸3分子以上で構成されるペプチドである。

④　ペプチドCは，アミノ酸3分子以上で構成されるペプチドである。

(2)　ペプチドAおよびペプチドCの一次構造を推定し，例にならって記せ。

例：(N末端)　Gly－Ser－Glu－Ala－Cys　(C末端)

第16講　確認テスト

1　タンパク質に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　ポリペプチド鎖がつくるらせん構造（α-ヘリックス構造）では，＞C＝O····H－N＜の水素結合が形成されている。

②　ポリペプチド鎖にある二つのシステインは，ジスルフィド結合（S－S結合）をつくることができる。

③　加水分解したとき，アミノ酸のほかに糖類やリン酸などの物質も同時に得られるタンパク質を，複合タンパク質という。

④　繊維状タンパク質では，複数のポリペプチドの鎖が束（束状）になっている。

⑤　一般に，加熱によって変性したタンパク質は，冷却すると元の構造に戻る。

〈2018年　本試験〉

＜Note＞

第16講　演習問題

1　⑴　③

⑵　ペプチドＡ　(Ｎ末端)Ala－Cys－Lys (Ｃ末端)

ペプチドＣ　(Ｎ末端)Cys－Ser (Ｃ末端)

第16講　確認テスト

1　⑤